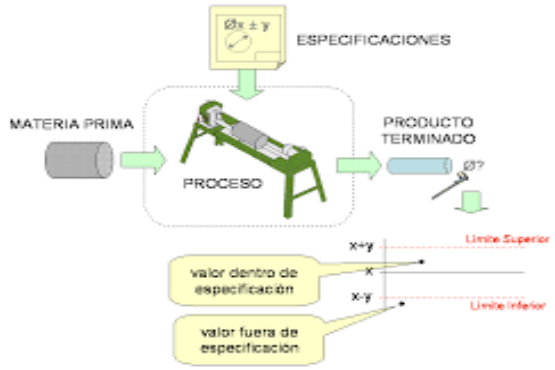
Capacidad del proceso

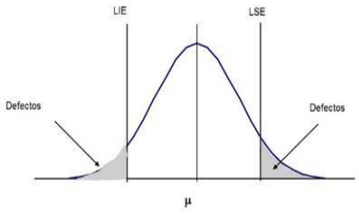
Índices de capacidad

Capacidad del proceso

Capacidad del proceso es el rango dentro del cual ocurre la variación natural de un proceso, según lo determina el sistema de causas comunes; es decir, lo que el proceso puede lograr en condiciones estables.



Limites de Especificación



Los Límites de Especificación de un producto son fijados voluntariamente por el cliente, por el fabricante o por alguna norma. Estos límites constituyen un requisito a cumplir por el producto y no deben confundirse en ningún caso con los Límites de Control o con los Límites de Tolerancia Natural del proceso.

Objetivo de medir la capacidad

Medir la aptitud para generar un producto que cumpla con determinadas especificaciones. En el mejor de los casos, es conveniente que los Límites de Tolerancia Natural del proceso se encuentren dentro de los Límites de Especificación del producto. De esta manera nos aseguramos que toda la producción cumplirá con las especificaciones.

Índice de capacidad del proceso

- Se define como la razón del ancho de la especificación y la tolerancia natural del proceso y relaciona la variación natural del proceso con las especificaciones de diseño en un solo indicador cuantitativo (C_p).
- El cálculo de C_p se realiza cuando un proceso está en control estadístico.

Cálculo del índice Cp

- El índice de capacidad del proceso se expresa de la siguiente manera:

$$C_p = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

Donde: C_P: Índice de Capacidad del Proceso
LES: Limite Especificado Superior
LEI: Limite Especificado Inferior
σ: Desviación estándar del proceso

Desviación estándar del proceso

- La desviación estándar se calcula así:

$$\sigma = \frac{\overline{R}}{d_2}$$

- $\overline{R}$ = Promedio de los rangos de la carta de control.
- d2 = Constante de calculo.

Índice de capacidad

- PARA QUE EL PROCESO SEA CONSIDERADO POTENCIALMENTE CAPAZ DE CUMPLIR CON ESPECIFICACIONES, SE REQUIERE QUE LA VARIACIÓN REAL (NATURAL) SIEMPRE SEA MENOR QUE LA VARIACIÓN TOLERADA.
- ES DECIR $C_p > 1$.

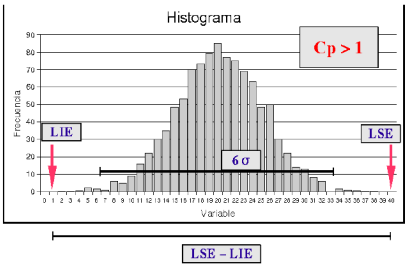


Tabla de valores para Cp

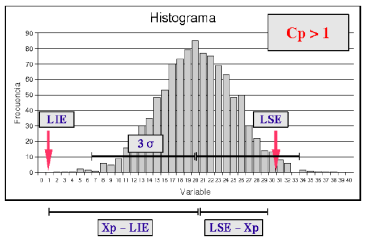
CP	Clase de proceso	Decisión
CP>1.33	1	Más que adecuado, incluso puede exigirse más en términos de su capacidad.
1< CP<1.33	2	Adecuado para lo que fue diseñado. Requiere control estrecho si se acerca al valor de 1
0.67< CP<1	3	No es adecuado para cumplir con el diseño inicial.
CP<0.67	4	No es adecuado para cumplir con el diseño inicial.

¿Es suficiente el índice Cp para explicar el proceso?

Este coeficiente tiene el inconveniente de que para poder aplicarlo el centro de gravedad del rango de especificaciones debe coincidir con la tendencia central de las mediciones del proceso.

➢En el gráfico podemos observar que una buena parte del producto está por encima del Límite Superior de Especificación (LSE).

➢Aún así resulta Cp > 1, indicando erróneamente que el proceso tiene capacidad suficiente.



Índices de centrado del proceso

- El propósito es averiguar si la variación natural del proceso se está dando de forma similar en los extremos de las especificaciones y si la media del proceso coincide con la media de las especificaciones.
- Para poder analizar la capacidad del proceso, tomando en cuenta el centrado se utiliza los índices: Cpu, Cpl y Cpk.

Índices Cpu y Cpl

- *Cpu* y *Cpl* solo evalúan la mitad de la distribución de los datos teniendo en cuenta solo 3σ. Es útil cuando la especificación de la variable, solo se expresa como un máximo o como un mínimo, para indicar al analista en que sector de la especificación (superior o inferior) se presenta mas riesgo de incumplimiento de los valores establecidos. Están definidos como:

$$Cpu = \frac{LSE - \overline{X}}{3\sigma} \qquad Cpl = \frac{\overline{X} - LIE}{3\sigma}$$

Donde:

- Cpu: Capacidad de proceso teniendo en cuenta únicamente la especificación superior del proceso.
- Cpl: Capacidad de proceso teniendo en cuenta únicamente la especificación inferior del proceso.
- LIE: Limite de especificación inferior de la variable
- LSE: Limite de especificación superior de la variable
- $\overline{X}$:Valor promedio encontrado de los datos
- σ: Desviación estándar del proceso

Índice *Cpk*

- Otra medida para la cuantificación del índice de capacidad de proceso es el Cpk, que esta definido come el menor valor encontrado entre el Cpu y el Cpl.

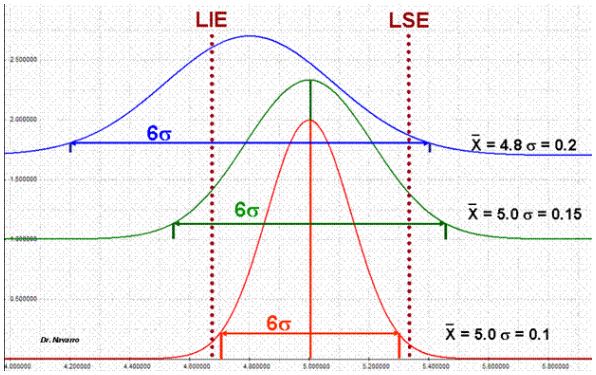
$$Cpk = \frac{\Delta}{3 * \sigma}$$

Donde:

$$\Delta = Minimo\ entre[LSE - \bar{X}]\ y\ [\bar{X} - LIE]$$

Los valores de Cpk, son ampliamente utilizados como indicadores de la calidad de un proceso o producto. El valor de Cpk = 1.33 se ha establecido como un parámetro deseado porque la obtención de este valor en un proceso o producto significa que por cada 10000 mediciones 3 de ellas existe la probabilidad estadística que se encuentre fuera de los limites de especificación.

Ejemplos de capacidades



Se deben analizar los límites de especificación y el comportamiento de la variación natural del proceso

Índices de capacidad del proceso

ÍNDICE	USO	DEFINICIÓN	FORMULA
Cp	El proceso está centrado en los límites de especificación	Es el radio entre la amplitud permitida (distancia entre los límites de especificación) y la amplitud natural	(LES – LEI) / 6σ
Cpk	El proceso no está centrado en los límites de especificación, pero está contenido en ellos	Es el cociente entre la amplitud permitida y la amplitud natural, teniendo en cuenta la media del proceso respecto al punto medio de ambas límites de especificación	Min{ (LES - μ)/3σ , (μ - LEI)/3σ }
CPU	El proceso sólo tiene un límite de especificación superior		(LES - μ) / 3σ
CPL	El proceso sólo tiene un límite de especificación inferior		(μ - LEI) / 3σ

CAPACIDAD Y CONTROL

1. **Son dos conceptos diferentes, que no necesariamente están implicados.**
2. **Se busca que un proceso se encuentre en control y que sea capaz.**
3. **Si no es capaz y no está bajo control, primero se deben eliminar las causas especiales y luego atacar las causas comunes para mejorar la capacidad.**

Relación Capacidad y Control